

Silvestr Prát :

## Vegetace v silně kyselých vodách a regenerace železitých slatin.

Sbírka kultur autotrofních organismů, ČSAV.

Laboratoř pro fyziologii rostlin university Karlovy.

V učebnicích i příručkách se obvykle jako nejkyselější lokality v přírodě uvádějí rašelinné vody a jehličnatý humus. Jsou však ještě kyselější vody zcela jiného typu; vznikají vyluhováním zemin, ve kterých se při větrání oxydací pyritu tvoří sírany, kyselé sírany i značná množství volné kyseliny sírové. Podobné vody jsou i v sopečných kráterech.

Starší literaturu o těchto lokalitách sebral a zhodnotil W. Ohle (1936). Proto ji neuvádím. U nás jsou klasickým místem slatiniště u Františkových Lázní a v Soosu. K. Stockfisch a W. Benadé popsali výluh slatiny Franzensbad II o  $\text{pH} = 0,1$ . Metodika měření není popsána a o vegetaci se nezmiňují. Legler (1939) cituje práci Stockfische a Benadeho (1929), ale mezi jeho sběry nejsou vysloveně kyselé lokality.

V rozsáhlé práci o řasové vegetaci okolí Františkových Lázní a Soosu se R. Brabezová (1941) o kyselých lokalitách vůbec nezmiňuje.

M. Holovský (1950) popsal haldy silně kyselých kamenečných břidlic na Plzeňsku a našel na místech o  $\text{pH} = 2,9$  až  $3,6$  (půdní výluh) lišejníky a mechy.

V „kyzovém jezírku“ sbíral podle ústního sdělení řasu *Cladophora* sp.

M. Medlinová - Lhotská se ve své monografii Soosu zabývala jevnosnubnými rostlinami a extrémně kyselou lokalitou neuvádí.

L. M. Zauer uvádí *Chlamydomonas oblongella* Lund z půd v *Piceetum myrtilloso-carioso-hylocomiosu* o  $\text{pH} = 3,5$  až  $5,3$  (L. M. Zauer 1953 str. 78).

Roku 1953 jsem na několika místech na západním slatiništi u Františkových Lázní na regenerátorech našel drobné tůňky o  $\text{pH}$  asi  $2,2$  až  $2,4$ , v nichž žily Eugleny. V červnu roku 1954 jsem pak v okolí Františkových Lázní zjistil několik lokalit, kde organismy žily v extrémně kyselém vodě. Všecky tyto vody vyluhovaly sirno-železité slatiny, obvykle upotřebené a vyvezené zpět na lokalitu. V Soosu jsou to také nestálé drobné tůňky, v nichž dešťová voda vyluhuje větrající povrch odkryté nebo překopané slatiny.

Přímo na místě byla reakce měřena indikátorovými papírkami (Merck, Chemapol) a universálním indikátorem Číta a Kámen. V laboratoři byla reakce měřena jednak na Ionoscopu Fřaza antimonovou elektrodou ve Františkových Lázních (Dr V. Pokorná, B. Brožek), jednak po transportu vody do Prahy na Ionometru Lautenschläger Pt-chinhydrónovou elektrodou (J. Květ). Obojí měření dala souhlasné výsledky a často se shodovala v tom, že voda je kyselější, nežli stupnice přístroje umožňuje stanovit.

Kolorimetrické měření acidity není přesné a někdy vůbec možné, protože všechny zkoušené vody jsou silně zabarveny (žlutě, hnědavě, žlutohnědě až oranžově hnědě).

Titrováno bylo  $0,1$  n NaOH na fenolftalein (také faktor louhu byl stanoven s fenolftaleinem). Při titraci vody žloutly a kalily se, pak se tvořily hnědé vločky za zelenavého nádechu vody, ale přechod do růžové a fialové byl velmi zřetelný. Jiné indikátory se nehodily.

Skoro všechny zkoušené vody se v láhvi rychle kalily, eventuálně sedimentovaly do 24 hodin; jen díky rychlé a ochotné spolupráci (B. Brožek, Dr V. Pokorná, J. Květ, Al. Trnková) byly stanoveny potřebné hodnoty.

Organismy určil doc. Dr B. Fott, jenž je podrobněji popisuje.

V západním slatiništi u Františkových Lázní za hřištěm a křižovatkou cesty s drážkou, na začátku regenerátu u Sáry je mělká tůňka nepravidelného tvaru, s temně hnědou, v průhledu žlutohnědou vodou. Na spadáných listech byly v červnu 1954 hlavně na okraji tůňky temně zelené povlaky. Hodně listů a hlavně větviček bylo kryto světlým povlakem plísní, jenž byl zelený. Tyto zelené povlaky a obláčky tvořila skoro výhradně *Chlamydomonas* sp., řídce mezi ní se vyskytovala *Euglena mutabilis* var. *Mainxii*. Kolem tůňky byly skládány zásoby slatiny určené k regeneraci. Na povrchu některých hrud byly žlutavé a žlutozelené výkvěty.

Voda z této tůňky byla hned po odběru (4. VI. 1954) analysována a nalezeno elektrometricky  $\text{pH} < 1$ .

Po dešti (7. VI.) vody v tůňce značně přibýlo, ale její acidita se nezměnila. Místo zelených povlaků *Chlamydomonas* na listech byly na hladině zelené pruhy a tenká blanka.

V létě a v září roku 1954 byly poměry obdobné, ale po suchých dnech byla voda na začátku srpna podstatně koncentrovanější.

Ke konci listopadu 1954 všechny popsané tůňky zamrzly. Vegetace se v ledu i pod ledem udržela, převládly Eugleny, jen ojediněle byla nalezena *Chlamydomonas*.

Analýza vody z lokality F. L. 23

V 1000 ml vody bylo obsaženo	4. VI. 1954 mg	4. VIII. mg	23. IX. mg	24. XI. 1954 mg
Celkový výparek (při 105 °C)	5891 až 6090	15 898	6878	8000
Popel z odparku	2574	7126	2870	3380
$\text{R}_2\text{O}_3$	1744	—	—	—
$\text{Fe}^{++}$	897	2611	1082	—
$\text{Al}^{+++}$ (rozdílem)	244	—	—	—
$\text{SO}_4^{--}$	3867	9976	4481	—
pH	< 1	< 1	< 1	asi 1
Barva vody	žlutohnědá	žlutohnědá	hnědě oranžová	—
Barva odparku	zelenavě šedá, skoro černá	černá	skoro černá	—
Barva popela	rezavá	cihlově červená	rezavě červená	—
Spotřeba 0,1 n NaOH na 10 ml vody (na fenolft.)	6,26 ml	15 ml	7,4 ml 21. IX. 6,9 ml	8,46 ml

Několik kroků dále k Z je větší jáma, tůň vzniklá po těžbě slatiny 1953/1954 a dosud nezavezená. V této bylo velmi málo vegetace, povlak na

povrchu byl tvořen převážně pylem z borovic (6. VI. 1954), jenž často začínal klíčit; některá zrna byla napadena parazitem. Jinak zde byly nalezeny jen drobné zelené *Protococcaceae* a *Rotatoria*. Lokalita 21.

Analýza vody z lokality 21 a 21a

V 1000 ml vody bylo stanoveno mg	21		21a
	6. VI. 1954	4. VIII. 1954	21. IX. 1954
Celkový výparek (při 105 °C)	1698	4750	23 270
Popel z odparku	909	2242	9 764
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	426	—	—
Fe <sup>..</sup>	282	824,8	5 181
Al	12	—	—
SO <sub>4</sub> <sup>''</sup>	1055	—	17 340
pH	3	< 1	< 1
Barva vody	hnědavá	žlutohnědá	—
Barva odparku	hnědý se zeleným okrajem	hnědozelená	—
Barva popela	—	cihlově červená	—
Spotřeba 0,1 n NaOH na 10 ml vody (na fenolftal.)	1,22 ml	4,35 ml	30,0

21a je nejkoncentrovanější a nejkyselější voda, jež zde zatím s vegetací byla sledována.

Za suchých dnů se kolem této jámy nahromadilo na skládce upotřebené slatiny velmi mnoho žlutých výkvětů. Při zářijových deštích byly spláchnuty a v rýze (úzké podélné tůňce) rovnoběžné s jámou stála do výšky několika centimetrů (2 až 10 cm) temně hnědá voda. Na jejím dně byla slatina kryta temně zeleným povlakem, jenž byl tvořen převážně buňkami *Euglena Mainxii* a *Chlamydomonas* sp. Lokalita 21a.

Druhá podobná skupina tůňek byla nalezena na východním slatiništi Františkových Lázní na sever od cesty k Natalii na východ lokalit X Brabec; na regeneraci z roku 1946, to je ve zpět vyvezené použité slatině (vzorek c) byla r. 1953 vykopána sonda do hloubky asi 160 cm a opět zaházena až do hloubky asi půl metru. Tato obdélníková jáma byla naplněna temnou vodou a kryta temně zelenou blankou. Také slatina kolem hladiny byla lemována několik cm širokým zeleným pruhem. Byla to vesměs *Chlamydomonas*. V září 1954 při pH = 2 byla zde vedle *Chlamydomonas*, *Euglena* i *Lepocinclis* a krátká vlákna mechového protonematu. Lokalita N 2.

Voda této drobné tůňky se tedy podstatně lišila od vody ve velké jámě po těžbě (rybníčku), jež je zde po pravé straně cesty (na J). Roku 1952 a 1953 byla voda o pH asi kolem 3, pravděpodobně proto, že sem byla vyvážena upotřebená slatina. *Chlorogonium* sp. zde tvořilo husté povlaky a pěnu na hladině, kdežto na dně bývaly temně sytě zelené porosty tvořené povlakem *Euglena Mainxii*. V kompaktních koláčích s okrovými sraženinami plavala na hladině *Oscillatoria* (dvě sp.), *Diatomaceae* a *Ankistrodesmus* (15. IX. 1953).

Roku 1954 se zde poměry podstatně změnily. Pravděpodobně vlivem

Analýsa vody z lokality N 2

V 1000 ml vody bylo stanoveno mg	VI. 1954	5. VIII.	IX.	24. XI. 1954
Odparek	10 047 až 10 885 až 11 010	5244	4000	7630
Popel z odparku	—	2308	1320	3580
Fe <sup>..</sup>	—	795,6	665	—
SO <sub>4</sub> <sup>''</sup>	—	3192	2620	—
pH	—	< 1	asi 2	asi 2
Barva vody	—	žlutohnědá	—	zelenohnědá
Barva odparku	—	černá	—	—
Barva popela	—	cihlově červená	—	—
Spotřeba 0,1 n NaOH na 10 ml vody (na fenolftalein)	9,6 ml	5,31 ml	2,8 ml	7,7 ml

spodní minerální vody byla kyselost silně otupena a projevovalo se to i v tom, jak rychle se zde šířil porost (*Typha latifolia*, *Ranunculus sceleratus*, *Juncus articulatus* L.). V září se objevila i *Utricularia* a to ve velmi značném množství.

Analýsa N 1

V 1000 ml vody bylo stanoveno mg	VI. 1954	23. IX. 1954
Výparek (při 100 °C)	2530	1100
Popel z odparku	—	850
Fe <sup>..</sup>	—	v. sl. r.
SO <sub>4</sub> <sup>''</sup>	—	595
pH	5	5,58
Barva vody	—	kalně šedivá
Spotřeba 0,1 n HCl na 10 ml vody	—	2,5 ml

*Euglena* se vyskytovala velmi málo, zato zde bylo mnoho *Leptocinclis teres* var. *parvula*.

V lázních I se použitá slatina vyklopí z van do přechodného skladiště, kde je proplachována minerální vodou. Pod silným sklonem slatiny je dole nádržka zaplavována vodou do hloubky několika decimetrů (s měkkým slatiným dnem). Hladina byla kryta tlustým a hustým zeleným povlakem a pěnou, v níž byla mikroskopicky zjištěna *Chlamydomonas* sp.

Reakce vody byla kolem pH jedné až pH = 1,3, thymolová modř žlutooranžová, při titraci se spotřebovalo 10 ml vody 9,6 ml 0,1 n NaOH, výparek byl 9,785 g v 1 l vody.

Poněvadž v odkluzu Lázní I. za léto vyvezené slatiny podstatně přibylo, byla červnová lokalita do značné výšky zavezena a povrch byl oschlý; proto zde *Chlamydomonas* zmizela. Byl zde však zajímavý nový výskyt silného vegetačního zabarvení *Chlamydomonas* sp. Při úpravě vany se lopaty a míchačky oplachují vodou se vyřazené dřevěné vaně, v níž se tak pomalu sседá na dně vrstva slatiny. Voda nad ní pak v září byla zcela zeměně zelená hustým porostem čisté *Chlamydomonas* sp. Lokalita L I.

V Soosu mezi východním těžištěm křemeliny a SJ drážkou byla v malé mělké tůňce (louži) na rezavém bahně hnědá voda, dno bylo z valné části kryto zeleným povlakem. Byla to převážně *Euglena mutabilis* var. *Mainzii*, ojediněle mezi ní *Chlamydomonas* sp. a drobná Infusoria. pH této vody bylo kolem jedné.

V září 1954 byla tato tůňka vyschlá, ale blízko byla jiná podélná tůňka, hloubky 20 až 30 cm. U této bylo zajímavé, že 24. IX. u povrchu bylo pH = 5 až 5,5, kdežto voda u dna měla pH = 2 až 3. Ojediněle se v ní vyskytovala *Lepocinclis*.

Sousední tůňka se světle hnědou vodou měla pH = 1,4 a dala z 1000 ml vody 440 mg odparku. Slabé povlaky v ní na dně tvořila *Euglena mutabilis* var. *Mainzii*.

Uvedené případy jsou dokladem, až do jak extrémních podmínek může jít přizpůsobivost (adaptabilita), eventuálně specialisace jemných organismů, mohou-li žít v prostředí, jež se blíží decinormální kyselině sírové. Je to jistě umožněno i tím, že všechny vody obsahovaly značné množství humusových látek.

*Euglena* se velmi dobře daří v kyselých vodách, ale poněvadž se vyskytuje na místech o pH = 1 až pH = 5, není patrně přísně specialisovaná a v extrémně kyselých vodách se zřejmě vyskytuje proto, že je dobře snáší, ne proto, že by je nutně vyžadovala. Také koncentrace rozpuštěných látek vyjádřená celkovým odparkem je nižší než u vod s *Chlamydomonas*.

Uvádívá se, že *Euglena* mívá v kyselé vodě krátké bičíky nebo bývá bez bičků (O h l e 1936, B r a b e z 1941). V našich případech sice byly buňky často bez bičků, ale patrně jen proto, že je při přípravě preparátů odhodily, poněvadž když byly preparáty z čerstvého materiálu připraveny opatrně a dostatečně rychle, daly se bičíky vždy silným roztokem IIK obarvit.

Naproti tomu *Chlamydomonas* sp. byla dosud nalezena jen na nejkyselějších místech od extrémní kyselosti nejvýše do pH = 2.

Celková koncentrace rozpuštěných látek byla vysoká až velmi vysoká, voda obsahovala vždy velmi mnoho rozpuštěných humusových látek (celkový odpark 4000 až 23 000 mg/l, z toho 1300 až 9700 mg/l popela).

Tato pozorování v přírodě je možno potvrdit také podle kultur. Oba organismy se daly dobře pěstovati na minerálním agaru s živným roztokem A 41, když šikmý agar byl alespoň do poloviny výšky přelit kyselou vodou z původní lokality. Dobře se také osvědčilo, když k této vodě bylo přidáno zrno (asi 0,1 g) slatiny ze břehů tůňek.

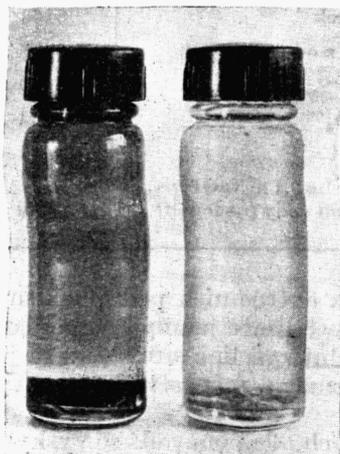
V kulturách s menším množstvím kyselé vody nebo delší dobu nepřečkovaných *Euglena* pravidelně přerostla a úplně vytlačila *Chlamydomonas*, i když tato na začátku kultury byla v převaze. Další podmínky kultury nebyly zatím zkoušeny.

Nápadným a opakujícím se zjevem bylo, že kyselost se otupovala (z pH = 1 až 2 na pH = 3 a více), když vegetace odumřela. Tak na př. v tůňce

Analýza vody lokality L I.

V 1000 ml vody bylo nalezeno	mg
Odparek	8163
Popel z odparku	3308
Fe <sup>++</sup>	1239
SO <sub>4</sub> <sup>''</sup>	5071
pH	< 1
Spotřeba 0,1 n NaOH na 10 ml vody (na fenolft.)	7,3 ml

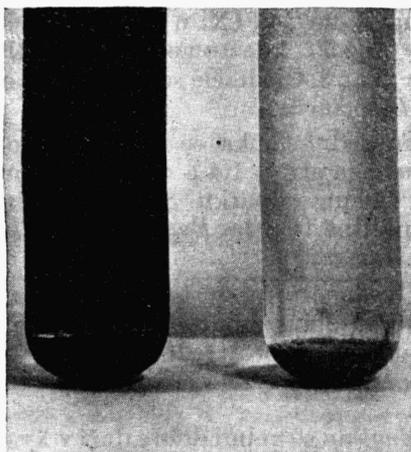
v Soosu byl podklad (bahno) rezavě okrové barvy. Nabrán do zkumavky rychle sedimentoval a Eugleny se usadily jednak na povrchu sedimentu na dně, jednak v kroužku u hladiny. Po třech až čtyřech dnech sediment u hladiny úplně zčernal, pod hladinou se utvořil prstenec rezavé sraženiny hydroxydu železitého, pod ním černý zrnitý povlak na stěně. Eugleny na dně odumřely, pH se posunulo k hodnotě asi 3,5. V buňkách Euglen se napřed objevila černá zrna v plastidech, pak zčernaly celé plastidy a končně celá buňka nabyla vzhledu neprůhledné černé hrušky.



Obr. 1. Redukce Baarsovy půdy naočkováné slatinou. Vpravo neočkovaná kontrola. Fotografováno po jednom týdnu. Foto Jar. Kubec.

Рис. 1. Редукция Баарсовой среды привитой грязью. Вправо неprivитый контроль. Фотографировано неделю спустя. Фото Я. Кубец.

Abb. 1. Reduktion des mit Moor geimpften Baarsbodens. Rechts der ungeimpfte Kontrollboden. Aufgenommen nach einer Woche. Photo Jar. Kubec.



Obr. 2. Redukce Baarsovy půdy naočkováné slatinou. Vpravo neočkovaná kontrola. Fotografováno po jednom měsíci. Foto Jar. Kubec.

Рис. 2. Редукция Баарсовой среды привитой грязью. Вправо неprivитый контроль. Фотографировано месяц спустя. Фото Я. Кубец.

Abb. 2. Reduktion des mit Moor geimpften Baarsbodens. Rechts der ungeimpfte Kontrollboden. Aufgenommen nach einem Monat.

Photo Jar. Kubec.

Také celé rostlinky bublinatky, pokryté rezavým sedimentem, přenesené do misky odumřely a rozpadly se v úplně černé mazlavé bahno. Je tedy zřejmé, že sulfáty redukující bakterie se hojně vyskytovaly i ve vodách extrémní kyselosti a vyvinuly i za normální teploty intenzivní činnost. To bylo potvrzeno i experimentálně. Když sterilisovaná Baarsova půda byla naočkována kyselou slatinou, byl během tří až čtyř dnů u dna černý sediment, za týden až čtrnáct dnů stoupalo temné zabarvení po stěnách až k hladině zkumavky; často se povlak na skle srážel ve vločky a pomalu sedimentoval. Toto prostředí ovšem nebylo už kyselé, kontrolní Baarsova půda měla pH = 6,8, zkumavky s černým sedimentem pH = 7,4, v jednom případě až 9,5. Rychlý průběh reakce však ukazuje, že v kyselém prostředí nebyly bakterie nijak poškozeny.

Podpora činnosti těchto bakterií je snad i cestou podporující pokles kyselosti použitých slatin, důležitý pro regeneraci. Kořínkovy i jiné práce ukazují

pravděpodobnost, snažit se o to zvýšeným obsahem organických látek. I v přírodě lze pro to nalézt doklady: „nerovnost na temeni . . . v takových prohlubeninách se zachycuje opadaňka, která zvyšuje krytím okamžitou kapacitu vodní, snižuje vysoké tepelné hodnoty povrchových půdních vrstev, snižuje aciditu (Kamenec pH = 3,3, pod opadankou 3,7) atd.“ H o l o v s k ý (str. 49).

Nejen redukční, i oxidační mikroflora slatin by však měla být sledována podrobněji. O tom, jak oxidační činností bakterií se prostředí okyseluje a o jejich korosivní činnosti je v literatuře hodně zpráv. Je však nutno věnovati větší pozornost otázce, je-li větrání a zrání slatin jen pochod chemický a fyzikálněchemický, jak se pravidelně předpokládá, nebo je-li spojen i s mikrobiální činností.

#### Literatura.

B. Brožek: Výroční zprávy. In lit.

Ros. Brabez: Zur Kenntnis der Algenflora des Franzensbader und Sooser-Thermenbereiches. Beih. Bot. Cbl. 61 A : 137—236, 1941.

K. Dreves: Mikrobiologische Untersuchung eines stark sauren Moorbodens. Zentralbl. f. Bakt. II. 76 : 114—121, 1928.

E. Hadač a spolupracovníci: Československé peloidy. Praha 1951.

Mir. Holovský: Haldové porosty Plzeňska. Disertace přírodovědecké fakulty university Karlovy 1950?

F. Legler: Studien über die Ökologie der rezenten und fossilen Diatomeenflora des Egerer-Franzensbader Tertiärbeckens. I. Das Quellgebiet und der Kieselgurschild der Soos. Beih. Botan. Cbl. A 59 (1/2) : 1—116, 1939.

M. Medlinová-Lhotská: Vegetační poměry Soosu u Františkových Lázní. Disert. přírodovědecké fakulty university Karlovy 1952.

W. Ohle: Der schwefelsaure Tonteich bei Reinbeck. Monographie eines idiotrophen Weihers. Arch. f. Hydrobiologie 30 : 604—662, 1936.

K. Stockfisch und W. Benade: Untersuchung von Mooren für balneologische Zwecke. Angew. Chem. 42 (24) : 663—668, 1929.

L. M. Zauer (Sauer): Novie dlja počv SSSR Chlorophyta i Xanthophyta. Species Chlorophyta et Xanthophyta ad solos URSS novae. Botaničeskije materialy. Otdela sporovyh rastenij. Red. V. P. Savič. ANSSSR, Botan. Institut. V. L. Komarova IX : 17—83, Moskva—Leningrad 1953.

Vysvětlení k tabulce III. a IV.

Tab. III. — Františkovy Lázně, západní slatiniště, lokalita č. 23. — Dole: Detail z téže lokality. — Foto B. Brožek.

Tab. IV. — Hladina vody z lokality č. 23. — Dole: Františkovy Lázně, východní slatiniště, lokalita N 2. — Foto B. Brožek.

#### C. П р а т :

### Растительность в сильно кислых водах и регенерация железистых грязевых источников

Коллекция культур автотрофных организмов Чехословацкой Академии Наук.

Лаборатория физиологии растений Карлова университета.

В подходящей литературе я не нашел надежных сведений о микроvegetации в водах с кислотностью pH = 1 или еще более кислой. В западных и восточных торфяных грязевых источниках и непосредственно в Франтишковых Лазнях и в Соосе я нашел несколько локалит этой крайней кислотности с вегетативной окраской, образованной водорослями *Chlamydomonas* sp. и *Euglena mutabilis* var. *Mainzii*.

Анализ вод главных местонахождений приведен в обзоре.

Приведенные случаи являются доказательством того, до каких крайних условий может дойти приспособляемость (адаптация) при некоторых обстоятельствах специализации мелких организмов, когда они могут существовать в среде, приближающейся к дециноормальной серной кислоты. Это, конечно, оказалось возможным также благодаря тому, что все воды содержали значительное количество гумусовых веществ. Водоросль *Euglena mutabilis* var. *Mainxii* прекрасно себя чувствует в кислых водах, но так как она встречается в местах с кислотностью от рН = 1 до рН = 5, то она, очевидно, не точно специализирована и в крайне кислых водах вероятно встречается, потому что эту среду хорошо переносит, а не потому что эта среда ей насущно необходима. Также концентрация растворенных веществ, представленная общим отпариванием, является более низкой, чем у *Chlamydomonas*.

*Chlamydomonas* sp. наоборот была до сего времени найдена только на самых кислых местах, от крайней кислотности, самое большое до рН = 2.

Общая концентрация растворенных веществ была высокая и даже очень высокая, вода всегда содержала очень много растворенных веществ (общее отпаривание равнялось от 4000 до 23 000 мг/л, из этого до 9700 мг/л золь).

Эти наблюдения в природе можно также подтвердить при помощи культур. Оба организма прекрасно себя чувствовали при культивации на минеральном агаре с питательным раствором А 41, когда наклонный агар заливался хотя бы до половины высоты кислой водой из первоначальной локалиты. Результаты оказались также очень хорошими при прибавлении незначительного количества (приблизительно 0,1 г) грязи, взятой с берега грязевых скоплений.

В культурах с меньшим количеством кислой воды или же в тех культурах, в которых не проводилась долгое время перепрививка, *Euglena* регулярно переросла и совсем вытеснила *Chlamydomonas* даже в том случае, когда вначале эта культура имела перевес. Дальнейшие условия культуры пока не были испытаны.

Заметным и повторяющимся явлением было, что кислотность постепенно увеличивалась (от рН = 1 или 2, до рН = 3 и более), когда вегетация отмирала.

Черные осадки образовывались прежде всего в пластидах отмершей *Euglen*-ы, затем в целых клетках.

Жизненность бактерий, редуцирующих сульфаты, никак не пострадала от кислой среды, привитая Баарсовая среда быстро чернела от выделенных осадков сернистого железа.

Поддержка деятельности этих бактерий является, вероятно, и путем способствующим снижению кислотности употребленных грязей, очень важное для регенерации.

Работы Коржинка и другие работы указывают на правдоподобность, что этого можно достичь повышенным содержанием органических веществ.

И в природе можно найти доказательства для объяснения такого явления.

Не только редуцирующая, но и окислительная микрофлора грязей должна была бы быть более подробно изучаема.

## Тексты к рисункам.

Таб. I. Франтишковые Лазни, западные торфяные грязи, локалита № 23. Фото Б. Брожек.

Детали локалиты на рис. 1. Фото Б. Брожек.

Таб. II. Франтишковые Лазни, восточные торфяные грязи, локалита № 2. Фото Б. Брожек.

## Die Vegetation in stark saueren Wassern und die Regeneration der Eisenmoore

Sammlung der Kulturen von autotrophen Organismen der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften.

Laboratorium für Pflanzenphysiologie an der Karlsuniversität.

In der mir zugänglichen Literatur habe ich keine verlässlichen Angaben über die Mikrovegetation in den Wassern von Acidität  $\text{pH} = 1$  oder noch mehr saueren festgestellt. Auf dem westlichen sowie östlichen Moorlager und auch direkt in Franzensbad und in Soos habe ich einige Lokalitäten von dieser extremen Acidität mit vegetativer Färbung gefunden. Diese wurde durch die *Chlamydomonas* sp. und die *Euglena mutabilis* var. *Mainxii* gebildet.

Die Wasseranalysen der Hauptfundstätten werden in den Übersichten angegeben.

Die angeführten Fälle liefern den Beweis, in wie extreme Modalitäten die Adaptabilität evtl. die Spezialisierung der feinen Organismen gehen kann, wenn sie in einer Umgebung leben können, die sich der decinormalen Schwefelsäure nähert. Das ist sicher auch dadurch ermöglicht, dass alle die Wasser eine ziemlich grosse Menge von Humusstoffen enthielten. Die *Euglena mutabilis* var. *Mainxii* gedeiht sehr gut in saueren Wässern, da sie aber an Orten von  $\text{pH} = 1$  bis  $\text{pH} = 3$  vorkommt, ist sie offenbar nicht streng spezialisiert und kommt in extrem saueren Wässern ersichtlich deshalb vor, weil sie sie gut verträgt, nicht deshalb, dass sie sie unbedingt benötigte. Auch die Konzentration der gelösten Stoffe, ausgedrückt durch den gesamten Verdampfungsrückstand, ist niedriger als bei der *Chlamydomonas*.

Demgegenüber wurde die *Chlamydomonas* sp. bisher nur an den sauersten Orten von extremer Acidität kleiner als 1, höchstens bis  $\text{pH} = 2$  gefunden. Die Gesamtkonzentration der gelösten Stoffe war hoch bis sehr hoch, das Wasser enthielt immer grosse Mengen von gelösten Humusstoffen (Gesamtverdampfungsrückstand 4000 bis 23 000 mg/l, davon bis 9700 mg/l Asche).

Diese Beobachtungen in der freien Natur kann man auch durch die Erfahrungen mit den Kulturen bestätigen. Beide Organismen liessen sich gut auf Mineralagar mit Nährlösung A 41 züchten, wenn der Agar wenigstens bis zur Hälfte der Höhe mit saurem Wasser aus der ursprünglichen Lokalität begossen wurde. Es hat sich auch gut bewährt, wenn man zu diesem Wasser das Moorkorn (cca 0,1 g) aus den Ufern der kleinen Tümpel beigab.

In den Kulturen mit kleiner Menge des saueren Wassers oder solchen, die längere Zeit nicht überimpft wurden, hat die *Euglena* regelmässig die *Chlamydomonas* überwuchert und ganz ausgeschaltet, auch wenn diese am Anfang der Kultur überwog. Weitere Bedingungen der Kultur wurden vorläufig nicht geprüft.

Eine auffallende und sich wiederholende Erscheinung war es, dass die Acidität gemildert wurde (von  $\text{pH} = 1$  bis 2 auf  $\text{pH} = 3$  und noch mehr), wenn die Vegetation abgestorben war. Schwarze Niederschläge haben sich vor allem in den Plastiden der abgestorbenen Euglenen gebildet, dann in ganzen Zellen.

Die Vitatität der sulphatreduzierenden Bakterien wurde durch die saure Umgebung keineswegs beschädigt, der eingempfte Baarsboden wurde durch die ausgelösten Niederschläge des Ferrosulphids rasch schwarz.

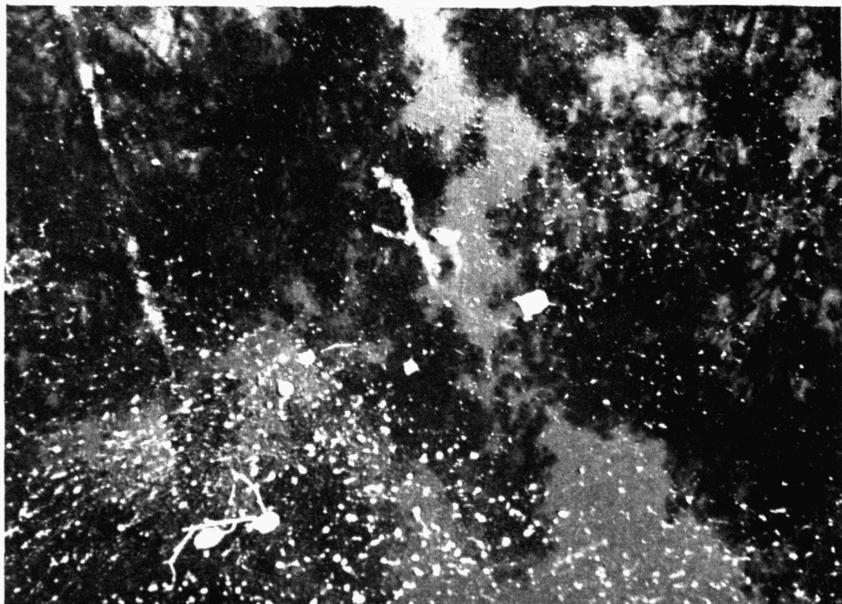
Die Unterstützung der Tätigkeit dieser Bakterien ist vielleicht auch der Weg zur Unterstützung des für die Regeneration wichtigen Rückganges der Acidität der benützten Moore. Die Arbeiten von K o ř i n e k und anderer zeigen die Wahrscheinlichkeit, dass man danach streben kann, indem man den Gehalt der organischen Stoffe steigert. Auch in der freien Natur kann man Belege dazu finden. Man sollte jedoch nicht nur die Reduktions-, sondern auch die Oxydationsmikroflora der Moore eingehender verfolgen.

Tab. III. Franzensbad, das westliche Moorlager, Lokalität Nr. 23. Photo B. B r o ž e k.

Tab. IV. Details aus der Lokalität auf dem Bilde Nr. 1. Photo B. B r o ž e k. — Franzensbad, das östliche Moorlager, Lokalität Nr. 2. Photo B. B r o ž e k.



S. Prát: Vegetace v silně kyselých vodách a regenerace železitých slatin.



S. Prát: Vegetace v silně kyselých vodách a regenerace železitých slatin.